

# Efecto vertido aguas mieles en calidad físico-química del agua microcuenca Río Cuspire Yalí, Nicaragua

Manuel Isaac Rugama Espinoza<sup>1</sup>, Robert Save Monserrat<sup>2</sup>

1 Maestría en Medio Ambiente. Especialidad en Gestión de cuencas y recursos naturales. Universidad Autónoma de Barcelona (UAB). España. Correo electrónico: isaac88748@yahoo.com

2 Coordinator Environmental Horticulture Program, Environmental Science and Global Change Area, IRTA. Correo electrónico: robert.save@irta.cat

## RESUMEN

Durante los últimos años las diferentes fuentes de agua del municipio han venido bajando su caudal e incrementando su contaminación, esto debido a las diferentes actividades agrícolas y desarrollo humano en los territorios rurales. Una de las principales fuentes de contaminación del agua es el cultivo del café, en los diferentes ciclos para su producción se realizan varias actividades que nos son amigables con el medio ambiente, a esto se le suma el despale del bosque para la plantación de nuevas áreas de café y más en estos últimos años con el incremento de los precios, lo cual ha provocado un aumento en la siembra y por ende un crecimiento en la deforestación del bosque. También se le añaden la contaminación causada por los agroquímicos utilizados para su producción (MAGFOR - 2012).

Los resultados de los indicadores físico-químicos del presente estudio demuestran que no existe incidencia del vertido de las aguas mieles en el agua superficial de la microcuenca río Cuspire. Los resultados están en el rango permisible establecidos en las normas CAPRE y decreto 3395. Este es el primer estudio del efecto de las aguas mieles que se realiza en esta microcuenca, se puede tomar como referencia para futuros estudios.

**Palabras Claves:** Café, Calidad del Agua, aguas mieles

In recent years various municipal water sources have been declining and increasing its flow contamination, this due to the different agricultural activities and human development in rural areas. One of the main sources of water pollution is the cultivation of coffee, in different production cycles to perform various activities that we are friendly to the environment, this is added to the clear-cutting of forests for planting new areas coffee and more in recent years with the increase in prices, which has caused an increase in planting and therefore a growth forest deforestation. Also added pollution caused by chemicals used to produce them (MAG - 2012).

The results of physicochemical indicators of this study demonstrate that there is no impact of the discharge of the wastewater into the water its superficial in Cuspire the river watershed. The results are in the range prescribed by the applicable allowable CAPRE and Decree 3395. This is the first study of the effect of the wastewater that is done in this watershed, can be taken as reference for future studies.

**Keywords:** Coffee, Water Quality, honey water

## INTRODUCCIÓN

El café es uno de los cultivos que ha generado grandes ganancias a lo largo de la historia, ya que Nicaragua es un país que ha desarrollado y mantenido una buena economía durante generaciones mediante el

cultivo de café. Genera un tercio del empleo rural, además permite el desarrollo de las comunidades en el interior del país, lo que evita la migración nacional, así también las decenas de miles de bosques que el café mantiene como parte de su ecosistema.

El 15 por ciento del café que se produce en Nicaragua se valora como café diferenciado, además muchas variedades de café producidos en Nicaragua participan en los eventos internacionales como los auspiciados por la taza de la excelencia en donde se han colocados con altos precios internacionales, además en Nicaragua ha habido un aumento considerable en la producción de café lo podemos ver en el siguiente cuadro (MAGFOR 2012).



**Figura 1: Producción de café en miles de qq de Nicaragua**

La contaminación ocasionada por la industria cafetalera en el proceso de beneficio del café, constituye también un serio problema en los países productores del mismo. El procesado del fruto se realiza generalmente mediante el llamado “Beneficio Húmedo del Café”, donde se consume grandes cantidades de agua y casi el 80 % del fruto se considera de poco o nulo valor económico y por consiguiente es designado como desecho, el cual se vierte generalmente en los ríos, generando malos olores, contaminando dichos ríos, más los propios problemas sociales que esta situación trae aparejado, sobre todo, limitaciones con sus usos con fines recreativo y de sustento familiar por la contaminación de los ríos en épocas cafetaleras.

Las aguas residuales del proceso de despulpado y lavado del café, comúnmente conocida como agua miel se consideran como una de las mayores contaminaciones orgánica en el sector cafetalero. El café uva maduro presenta una composición física tal que los granos representan el 20% del fruto de consecuencia el proceso de despulpado genera un 80% de rechazo representando un alto riesgo de impacto sobre el medio ambiente si no se le da un tratamiento apropiado. El proceso de despulpado y lavado de 1 kg café genera una cantidad de agua y material contaminante equivalente a aquella producida por 6 personas en un día. La concentración de los productos contaminantes orgánico en el agua que se utiliza en el beneficio húmedo de café dependen del tratamiento que se le da ante de que sean de nuevo integrada en un curso hídrico. Los beneficio húmedo en general no son aislado y en los cursos hídrico llegan contaminantes origen diferente como actividades agrícolas, pecuaria o desechos humanos.

El presente estudio es de gran importancia para el municipio ya que de esta microcuenca se abastecen de agua potable las diferentes comunidades que se encuentran ubicadas en la parte baja, además cabe mencionar que la cabecera municipal de San Sebastián de Yali actualmente se abastece de agua potable de la subcuenca del Rio Coyolar el cual la mayoría del caudal se está utilizando como agua potable para el área urbana y comunidades aledañas (ENACAL Yali - 2013), por lo que a futuro el agua de la microcuenca del rio Cuspire puede ser utilizada para abastecer de agua potable al área urbana del municipio, es por eso la importancia de conservar y proteger de contaminación principalmente por aguas mieles, ya que esta es una zona altamente productiva de café para garantizar que a futuro se pueda explotar este recurso para consumo humano, y también en esta zona se encuentra ubicada la reserva natural Cerros de Yali.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se hizo un estudio sobre el efecto que causa el vertido directo de las aguas procedentes del beneficiado húmedo del café en la calidad físicoquímica del agua de la microcuenca del río Cuspire, ubicada principalmente en el municipio de San Sebastián de Yalí, Jinotega, Nicaragua.

El trabajo comprendió tres etapas de muestreo: noviembre del 2012 (inicios de la cosecha cafetalera), enero del 2013 (máxima producción del café o días pico) y abril del 2013 (época de verano), se seleccionaron tres puntos de muestreos: Parte alta, media y baja de la microcuenca, en cada una de las cuales se tomaron una muestra en tres momentos diferentes. Las variables estudiadas son las que se especifican a continuación: Alcalinidad total, Sólidos en Suspensión, DBO, DQO, conductividad eléctrica, nitratos, nitritos, pH, Fosforo Total, Turbidez, coliformes totales, Coliformes termotolerantes y caudal.



**Figura 2: Localización de la microcuenca río Cuspire**

Se tomó una muestra en cada punto dividido uno en la parte alta donde no hay influencia de las aguas mieles, otra en la parte media y el último en la parte baja, para determinar la ubicación de estos puntos de muestreo se tomó en cuenta la longitud el río, el uso de suelo.

Para un total de tres muestras por tres momentos lo cual nos dio un total de 9 muestras equivalentes a 3 muestras para cada punto de muestreo. También se midió el caudal del río en los tres puntos de muestreo.

El análisis de las muestras de calidad de agua se realizó en el Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua. (CIRA – UNAN), el levantamiento y traslado de las muestras se hizo de acuerdo al protocolo de levantamientos de muestras establecidos por el laboratorio. Los materiales utilizados en campo tenemos: GPS, cinta métrica, termo con hielo, guantes de látex, envases suministrados por el laboratorio para recolectar el agua. El caudal se midió a través del método del flotador que consiste en relacionar Velocidad/superficie; para ello es necesario medir la velocidad media de la corriente y el área de la sección transversal del canal en los sitios muestreados. La fórmula utilizada fue:  $Q = A \times V$ . (Q: Caudal en m<sup>3</sup>/s; A: área en m<sup>2</sup> de la sección transversal del canal; V: Velocidad: metros por segundo), para medir la velocidad se realizó en un tramo de 5 metros y se midió el tiempo requerido para que flotador para recorrer esa distancia y se aplicó la fórmula  $V = d/t$  donde d: Distancia en metros y t: tiempo en segundos.

Los análisis de los datos se realizaron con un análisis estadístico descriptivo, también a través del software SPSS versión 19.

El área de estudio se localiza en la microcuenca del río Cuspire en las siguientes coordenadas 58879, 146799 (pertenece a la subcuenca del río Yale el cual forma parte de la Cuenca del río Coco código 45 (MAGFOR 2009) en el Municipio de San Sebastián de Yalí, en el departamento de Jinotega Nicaragua. En esta microcuenca se encuentran ubicadas las siguientes comunidades: Las Trozas, La Naranjita, El Volcán y La Bolsa. Tiene un área de 19.13km<sup>2</sup>, con alturas que varían desde los 834MSNM en la parte baja hasta los 1675MSNM en la parte más alta, esta

es una zona apta para la caficultura en la cual existen fincas cafetaleras que producen café de muy buena calidad (café de altura). Las coordenadas y alturas donde se realizaron el levantamiento de las muestras y aforo del caudal es el que se detalla en el siguiente cuadro:

| DESCRIPCION | X     | Y      | ALTURA |
|-------------|-------|--------|--------|
| parte alta  | 59144 | 146749 | 1163   |
| parte media | 58879 | 146799 | 917    |
| parte baja  | 58655 | 146890 | 834    |

**Cuadro 1: Ubicación de los puntos de aforo**

Análisis estadístico con SPSS versión 19 (ANOVA, Correlación de Pearson)

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo al análisis de los resultados obtenidos podemos determinar que existen diferencias en la calidad de agua en los tres puntos de muestreo, antes, durante y después de la cosecha cafetalera. Aunque cabe mencionar que no existe una gran diferencia entre cada uno de los parámetros evaluados, los resultados están dentro de los parámetros establecidos en las normas CAPRE así como en el decreto 33-95. A continuación se especifica en el siguiente cuadro el resumen de los resultados de los muestreos realizados:

| MICROCUCIENCA RIO CUSPIRE RESULTADOS DEL ANALISIS DEL LABORATORIO |                     |                                     |                                      |   |                             |          |          |                          |          |          |                           |          |          |
|---|---------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|---|-----------------------------|----------|----------|--------------------------|----------|----------|---------------------------|----------|----------|
| PARAMETRO   | UNIDAD DE MEDIDA    | RANGO PERMISIBLE SEGÚN NORMAS CAPRE | VALOR RECOMENDADO SEGÚN NORMAS CAPRE | VALORES RECOMENDADOS SEGÚN EL DECRETO 33-95 | RESULTADOS DEL MUESTREO     |          |          |                          |          |          |                           |          |          |
|   |                     |                                     |                                      |   | I MUESTREO (NOVIEMBRE 2012) |          |          | II MUESTREO (ENERO 2013) |          |          | III MUESTREO (ABRIL 2013) |          |          |
|   |                     |                                     |                                      |   | I MUESTREO                  |          |          | II MUESTREO              |          |          | III MUESTREO              |          |          |
|   |                     |                                     |                                      |   | ALTA                        | MEDIA    | BAJA     | ALTA                     | MEDIA    | BAJA     | ALTA                      | MEDIA    | BAJA     |
| Alcalinidad Total   | mg.l <sup>-1</sup>  | no hay referencia                   |                                      |   | 22                          | 38       | 54       | 21.5                     | 38.5     | 44.5     | 29.00                     | 48.00    | 61.00    |
| Sólidos en suspensión   | mg.l <sup>-1</sup>  | 1000                                | no hay referencia                    | 150   | 20.9                        | 23.85    | 26.5     | 5.78                     | 4.3      | 4.1      | 1.11                      | 17.20    | 1.62     |
| DBO   | mg.l <sup>-1</sup>  |                                     |                                      | 120   | 2.01                        | 3.98     | 2.34     | <L.D                     | <L.D     | <L.D     | 3.96                      | 3.96     | 4.29     |
| DQO   | mg.l <sup>-1</sup>  |                                     |                                      | 200   | 17.23                       | 13.4     | 16       | <L.D                     | <L.D     | <L.D     | <L.D                      | <L.D     | 10.29    |
| Conductividad Eléctrica a 25.2°C                                  | µS.cm <sup>-2</sup> | no hay referencia                   | 400                                  | no hay referencia                           | 52.9                        | 94.3     | 103.7    | 50.9                     | 100.6    | 94.5     | 60.60                     | 95.40    | 112.90   |
| Nitratos  | mg.l <sup>-1</sup>  | 50                                  | 25                                   |   | 1.64                        | 2.13     | 2.39     | 1.35                     | 3.06     | 0.28     | 1.20                      | 0.75     | 0.31     |
| Nitritos  | mg.l <sup>-1</sup>  | 0.10 o 3.00                         | no hay referencia                    |   | 0.02                        | 0.033    | 0.039    | 0.013                    | 0.016    | 0.016    | 0.003                     | 0.005    | 0.007    |
| Ph a 25.0°C   | PH                  | 6.5 - 8.5                           | no hay referencia                    | 6-9   | 7.83                        | 7.91     | 7.99     | 7.55                     | 7.95     | 7.88     | 7.71                      | 7.84     | 7.76     |
| Fosforo Total   | mg.l <sup>-1</sup>  |                                     |                                      |   | 0.06                        | 0.122    | 0.123    | 0.051                    | 0.109    | 0.026    | 0.051                     | 0.091    | 0.075    |
| Turbidez  | UNT                 | 5.00                                | 1                                    |   | 17.2                        | 28.2     | 39.5     | 3.5                      | 5.4      | 4.5      | 3.5                       | 4.5      | 5.50     |
| coliformes totales  | NMP/100ml           | ≤4                                  | negativo                             |   | 2.20E+02                    | 2.30E+03 | 2.40E+04 | 4.60E+02                 | 7.90E+02 | 3.10E+02 | 1.30E+03                  | 1.70E+03 | 4.90E+03 |
| coliformes termotolerantes  | NMP/100ml           | negativo                            | negativo                             |   | 1.70E+02                    | 2.30E+03 | 7.90E+03 | 3.10E+02                 | 2.80E+02 | 1.10E+02 | 1.30E+03                  | 1.70E+03 | 1.40E+03 |
| caudal  | m3/s                |                                     |                                      |   | 0.2                         | 0.85     | 1        | 0.19                     | 0.65     | 0.8      | 0.15                      | 0.35     | 0.5      |



## Cuadro 2: resultados de los análisis de calidad de agua del laboratorio.

De acuerdo al análisis de la ANOVA solo hay diferencias significativas en las siguientes variables: alcalinidad, CE, Ph, fosforo total, coliformes fecales y termotolerantes. Los resultados están comprendidos dentro de lo permisible según las normas. (CAPRE, Decreto 33-95)

| ANOVA                                      |        |      |
|--|--------|------|
| Variables                                  | F      | Sig. |
| Alcalinidad total (mg/L-1)                 | 16.252 | .004 |
| Sólidos en suspensión (mg/L-1)             | .212   | .815 |
| DBO (mg/L-1)                               | .073   | .930 |
| DQO (mg/L-1)                               | .195   | .828 |
| Conductividad Eléctrica a 25.2°C (uS/cm-1) | 51.564 | .000 |
| Nitratos (mg/L-1)                          | .049   | .953 |
| Nitritos (mg/L-1)                          | .530   | .614 |
| pH a 25.0 °C                               | 3.090  | .120 |
| Fosforo total (mg/L-1)                     | 2.482  | .164 |
| Turbidez (UNT)                             | .251   | .786 |
| Coliformes totales (NMP/100ml)             | 1.413  | .314 |
| Coliformes termotolerantes (NMP/100ml)     | .801   | .492 |
| Caudal (m3/S)                              | 6.564  | .031 |

### Análisis por Parámetro: pH.

El pH es un indicador de la acidez de una sustancia. Está determinado por el número de iones libres de hidrógeno (H<sup>+</sup>) en una sustancia. La acidez es una de las propiedades más importantes del agua. El agua disuelve casi todos los iones. El pH sirve como un indicador que compara algunos de los iones más solubles en agua. El resultado de una medición de pH viene determinado por una consideración entre el número de protones (iones H<sup>+</sup>) y el número de iones hidroxilo (OH<sup>-</sup>). Cuando el número de protones iguala al número de iones hidroxilo, el agua es neutra. Tendrá entonces un pH alrededor de 7. El pH del agua puede variar entre 0 y 14. Cuando el pH de una sustancia es mayor de 7, es una sustancia básica. Cuando el pH de

una sustancia está por debajo de 7, es una sustancia ácida. Cuanto más se aleje el pH por encima o por debajo de 7, más básica o ácida será la solución.

Es importante tener en cuenta que según las normas CAPRE y la OMS el rango del pH para las aguas destinadas al consumo humano está entre los 6.5 a 8.5, por lo que, según los datos obtenidos, el pH de las agua se mantiene en el rango permisible según las normas y el decreto 33 -95 el cual establece que éste debe de estar entre 6.5 y 9.

### Conductividad Eléctrica

La Conductividad es la capacidad que presenta el agua para conducir la electricidad debido a las sales que lleva disueltas. Estas sales están relacionadas con las características de los suelos por donde ésta circula, por lo que si atraviesa por terrenos calcáreos la cantidad de sales será mayor que si lo hace por terrenos silíceos. (Poch, 2003).

Las normas CAPRE establecen que las aguas para consumo humano deben tener una conductividad de 400µS/cm y la OMS de 250µS/cm,

Los resultados de la conductividad eléctrica son mayores en la parte baja, el comportamiento no se ve afectado por las aguas mieles, ya que los resultados se mantienen similares en los tres momentos (antes, durante, y después de la cosecha del café) y en los tres puntos (alta, media, baja), estadísticamente existe diferencia significativa  $0.004 \leq 0.05$ , pero los resultados se mantienen en el rango permisible.

### Sólidos en suspensión

En general los resultado obtenidos están dentro del rango permisible de acuerdo a las normas, el Decreto 3395 en su artículo 38 se establece que para verter ya sea directa o indirectamente en el cuerpo receptor las aguas procedentes del beneficiado húmedo el valor máximo de los Sólidos Suspensos debe ser de 150mg/l, evitando así alteraciones en la biota acuática

que se desarrolla en el seno del cuerpo de agua. Las normas CAPRE establecen un valor de 1000mg/l como valor admisible para las aguas destinadas al consumo humano, por lo que estas aguas pueden destinarse para tal fin.



Grafico 1: resultados de sólidos en suspensión

Turbidez

La turbidez es una medida del grado en el cual el agua pierde su transparencia debido a la presencia de partículas en suspensión. Cuantos más sólidos en suspensión haya en el agua, más sucia parecerá ésta y más alta será la turbidez.

La mayor influencia sobre la Turbidez en todos los puntos muestreados se debe al período lluvioso cuando hay arrastre de sedimentos (erosión hídrica).

En las aguas mieles los valores de este parámetro están entre 626 y 790UNT y en las aguas naturales de la microcuenca este valor es inferior a los 40UNT en época de cosecha e inferior a los 6UNT en época de invierno y según las normas CAPRE el valor recomendable para aguas destinadas al consumo humano debe ser de 1UNT y se puede admitir 5UNT, coincidiendo este último con lo que recomienda la OMS, por lo que si las aguas de los puntos muestreados quieren destinarse al consumo humano, únicamente en el verano las podemos utilizar para este fin, y en invierno pero con una planta de tratamiento para

eliminar la turbidez y sólidos en suspensión presentes en el agua.

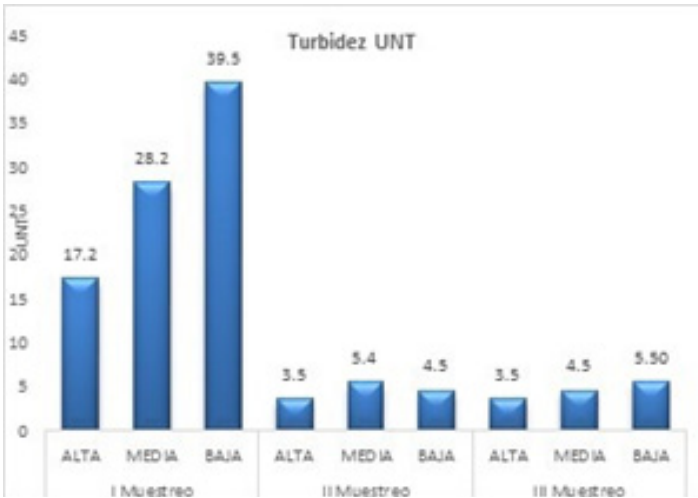


Grafico 2: resultados de turbidez

DBO

La Demanda Biológica o Bioquímica de Oxígeno (DBO) es un parámetro indispensable cuando se necesita determinar el estado o la calidad del agua de ríos, lagos, lagunas o efluentes. La DBO es una medida del oxígeno que usan los microorganismos para descomponer las aguas contaminadas. Si hay gran cantidad de desechos orgánicos en el agua, también habrá muchas bacterias presentes trabajando para descomponerlos. En este caso, la demanda de oxígeno será grande y por tanto el nivel de la DBO será alto. Conforme el desecho es consumido o dispersado en el agua, los niveles de la DBO empezarán a bajar. Las aguas naturales con valores menores de 4 mg/l de DBO, por lo que el agua potable tiene entre 0.75 a 1.5mg/l de oxígeno y se considera que el agua está contaminada si la DBO es mayor de 5 mg/l.

| Nivel de DBO (ppm) | Calidad del Agua   |
|--------------------|--|
| 1-2                | Muy Buena: No hay mucho desecho orgánico en la muestra de agua |
| 3-5                | Aceptable: Moderadamente limpia                                |

|          |   |
|----------|---|
| 6-9      | Mala: Algo Contaminada, generalmente indica que hay materia orgánica presente y que las bacterias están descomponiendo este desecho |
| 10 o Más | Muy Mala: Muy Contaminada, contiene desecho orgánico  |

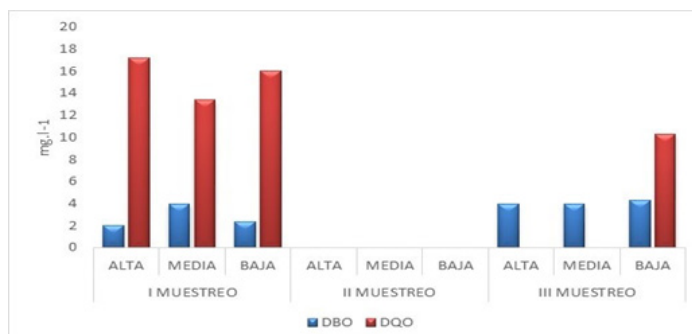
**Cuadro 3: Evaluación de la calidad del agua a partir de la DBO.**

De acuerdo al decreto 33-95 lo mínimo que debe tener de DBO es de 120, y los valores de los análisis están por debajo de 5, se considera que no hay influencia de las aguas mieles y se clasifica como un agua moderadamente limpia.

### DDO

La demanda biológica de oxígeno, también denominada demanda bioquímica de oxígeno, (DBO) es un parámetro que mide la cantidad de materia susceptible de ser consumida u oxidada por medios biológicos que contiene una muestra líquida, y se utiliza para determinar su grado de contaminación. El método se basa en medir el oxígeno consumido por una población microbiana en condiciones en las que se ha inhibido los procesos fotosintéticos de producción de oxígeno en condiciones que favorecen el desarrollo de los microorganismos. Normalmente se mide transcurridos 5 días (DBO<sub>5</sub>) y se expresa en mg O<sub>2</sub>/litro.

El método mide la concentración de los contaminantes orgánicos. Sin embargo, puede haber interferencias debido a que haya sustancias inorgánicas susceptibles de ser oxidadas también por las bacterias en disolución. De acuerdo a lo establecido en el decreto 3395, este cumple con la norma lo cual establece que debe de haber como máximo 200 mg.l-1, en el estudio el más alto no supera los 20 mg.l-1. Las normas CAPRE establecen un valor recomendable de 8mg/l para aguas destinadas al consumo humano, prácticamente sólo en la parte alta y media se podría utilizar para consumo humano.



**Gráfico 3: Resultados de DBO y DQO obtenidos en el laboratorio.**

### Alcalinidad

Es una medida de la cantidad de iones hidroxilo (OH-) en las aguas residuales, los bicarbonatos, carbonatos y los iones hidroxilo son los principales causantes de la alcalinidad, es la capacidad del agua residual de atraer protones. También puede ser definido como el exceso de cargas positivas sobre los aniones de ácidos fuertes. Una alcalinidad alta significa una capacidad alta del agua a amortiguar ácidos. Aguas con alcalinidad baja están en riesgo de causar una disminución repentina del valor pH en el reactor, debido a procesos tales como la nitrificación o la acidificación. En el último caso se efectúa una acumulación de ácidos grasos volátiles (AGV) y las bacterias de formación ácidas dominarán sobre las bacterias de formación de metano (Gieljam Schutgens 2010), para el presente estudio los resultados de alcalinidad no presentan presencia de alteraciones en el grado de contaminación los resultados se mantienen similares en los tres momentos, con una ligera disminución en tiempo de cosecha lo cual no es significativa.

### Nitratos

Los niveles naturales de Nitratos en aguas superficiales y subterráneas son generalmente de unos pocos miligramos por litro. En general, cuando los niveles de nitratos en el agua potable se encuentran por debajo de los 10mg/l, la fuente principal de toma de Nitratos para los seres humanos son los vegetales, ya que estos están presentes en las lechugas y espinacas,

entre otros. Niveles de Nitrato de entre 0 y 40 ppm son generalmente seguros para los peces. Cualquier valor superior a 80ppm puede ser tóxico. (Lenntech, s.f.).

Según las normas CAPRE para las aguas destinadas a consumo humano el valor recomendado de este parámetro debe ser de 25mg/l, pero se puede admitir un valor de 50mg/l al igual que lo que establece la OMS. Por tanto si se toma en cuenta únicamente este parámetro para decidir si las aguas de la microcuenca son aptas para el consumo humano.

### Nitritos

Los Nitritos indican actividad bacteriológica. El Nitrito en las aguas naturales es considerado un indicador de contaminación. El Nitrito es encontrado en bajas concentraciones en ambientes oxigenados. En ecosistemas anaeróbicos, como el hipolimneo de lagos eutróficos en períodos de estratificación, se pueden encontrar altas concentraciones de este ión. Niveles de Nitrito superiores a 0.75ppm en el agua pueden provocar estrés en peces, y los valores mayores de 5ppm pueden ser tóxicos.

Según las normas CAPRE las aguas destinadas para consumo humano deben tener un valor recomendado de 0.1mg/l de Nitritos y admisible de 3mg/l, coincidiendo este último con lo que propone la OMS y el decreto 33-95, por lo que si sólo se toma en cuenta este parámetro las aguas tienen buena calidad para destinarlas a este uso. Es importante mencionar que el nitrito es potencialmente tóxico para una variedad de organismos. Cabe señalar que los valores encontrados en ninguno de los períodos de muestreo representan afectaciones para la vida acuática.

### Fósforo Total

Aguas superficiales no contaminadas, entre 10 - 50 µg/l de fósforo (la variación es grande dependiendo de la estructura geoquímica de la región). Los niveles de Fósforo son generalmente menores en regiones montañosas de geomorfología cristalina. La

concentración de Fósforo aumenta en tierras bajas derivadas de depósitos rocosos sedimentarios. Los lagos ricos en materia orgánica, tales como pantanos y ciénagas tienden a exhibir concentraciones de Fósforo más altas. En los resultados no existe contaminación por fosforo ya que los valores son menores a los permisibles. De acuerdo al análisis de la varianza existe diferencias significativas pero no es representativa de acuerdo a las normas.

### Coliformes totales y termotolerantes

Coliformes fecales: Los microorganismos que tienen las mismas propiedades de los Coliformes totales, a una temperatura de 44 ó 44.5°C. También se les asigna Coliformes termorresistentes o termotolerantes.

Coliformes totales: Bacilo gramnegativo no esporulado, que puede desarrollarse en presencia de sales biliares u otros agentes tensoactivos con similares propiedades de inhibición de crecimiento, no tiene citocromooxidasa y fermenta la lactosa con producción de ácido, gas y aldehído a 35 ó 37°C, en un período de 24 a 48 horas.

### Parámetros bacteriológicos (normas CAPRE)

| Origen<br>Parámetro<br>(b)  | Valor<br>Recomendado | Valor<br>máximo<br>Admisible | Observaciones                     |
|---|----------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| A. Todo<br>tipo de<br>agua de<br>Coliforme<br>fecal bebida  | Neg                  | Neg                          |                                   |
| B. Agua<br>que entra al<br>Coliforme<br>fecal<br>sistema de<br>distribución<br>Coliforme<br>total | Neg                  | Neg                          |                                   |
|   | Neg                  | ≤4                           | En<br>muestras no<br>consecutivas |

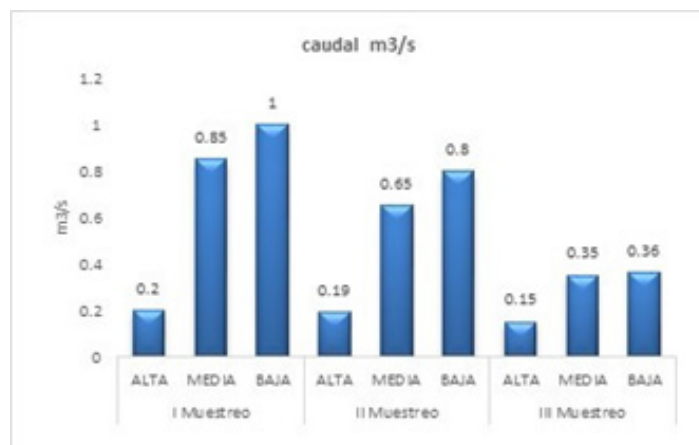


## En muestras puntuales

C. Agua en el sistema de No debe ser detectado en el Coliforme total Neg  $\leq 4$  distribución 95 % de las muestras anuales (c)

Con los resultados obtenidos podemos determinar que el agua está contaminada con coliformes más en la parte media y baja.

**Caudal:** El comportamiento del caudal disminuye conforme se acerca la época seca y de acuerdo a los resultados no existe relación entre el caudal y la contaminación ya que el resto de parámetros se mantienen en los rangos permisibles. De acuerdo al análisis de la varianza existe significativa esto se debe al cambio de época invierno y verano. Haciendo el análisis con la correlación de Pearson el caudal y el pH, a medida que el caudal aumenta el pH aumenta convirtiendo el agua en más básica o alcalina.



**Grafico 4: resultados del caudal medido en campo.**

## CONCLUSIONES

- Se evaluaron todos los parámetros de calidad de agua de acuerdo a las normas CAPRE y el decreto 33-95, se realizaron la comparación de los resultados en sus tres etapas del estudio y se determinó que las aguas mieles no afectan la calidad físico-química del agua en la microcuenca del Río Cuspire de Yalí,

- Los parámetros de Sólidos Suspensos y la Turbidez encontrados en las aguas de la microcuenca son mayores en el primer muestreo realizado en noviembre esto se debe a las lluvias, y no representan la presencia de aguas mieles en el agua.
- Este es el primer estudio del efecto de las aguas mieles que se realiza en esta microcuenca por lo que se puede tomar como referencia para futuros monitoreos que se realicen en la misma.
- Las condiciones actuales en la producción cafetalera no representa un riesgo de contaminación pero esta vulnerable debido a que en los últimos años se han establecido nuevas áreas cafetaleras, cuando inicie la producción van aumentar las aguas mieles y puede que estas lleguen a contaminar el río, por lo que se hace necesario trabajar con los productores para establecer o recomendar las medidas de mitigación necesarias para evitar tal efecto. Además de concientizar a los productores de la importancia de mantener limpia el agua del río.

## RECOMENDACIONES

- El Gobierno Municipal de San Sebastián de Yalí a través de la unidad Ambiental, el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales, el Ministerio de Salud en conjunto con otros ministerios, organismos, cooperativas y movimientos que trabajan en pro del Medio Ambiente y los Recursos Naturales con incidencia en la microcuenca deben de implementar de manera acciones que contribuyan a mantener la calidad del agua de la microcuenca del río Cuspire.
- Impulsar campañas de sensibilización sobre la problemática del mal manejo de los subproductos del café a los productores, a la población en general, cooperativas y a los

gremios u organizaciones involucradas con el sector café.

- Las cooperativas, centros de acopio y/o asociaciones, así como también organismos y/o proyectos vinculados con el sector café deben brindarles asistencia técnica a los productores y productoras para que ellos gestionen eficientemente los subproductos del café evitando así la contaminación de las fuentes de agua, el suelo y el Medio Ambiente en general.
- La parte alta de la microcuenca del río Cuspire es la que mejor calidad presenta sus aguas, por lo que es imprescindible que se proteja, ya que es una fuente importante para el abastecimiento de agua para consumo humano, además porque son las zonas de recarga de toda la microcuenca y además por encontrarse en el área núcleo de la reserva Cerros de Yali.
- Continuar realizando este de estudio en otras microcuencas de interés, para poder así implementar acciones que contribuyan a la Conservación, Protección y Mejoramiento de los Recursos Naturales y el Medio Ambiente.
- Realizar este tipo de estudios en diferentes tipos de manejo del café, para poder así caracterizar los niveles de contaminación en base a los sistemas de producción y por ende promover el que menos deteriore la calidad del agua y por tanto, a los microorganismos que habitan en su seno y a la vez que contribuyan a mejorar la calidad de vida de la población.

## BIBLIOGRAFÍA

- MIFIC. Decreto 3395 Disposiciones para el Control Contaminación provenientes descargas de Aguas Residuales Domésticas, Industriales y Agropecuarias". NTON 0502705. La Gaceta, núm. 118, 26061995. Nicaragua; Managua, 1995. 35pp. (en línea). Disponible en: [mific.gob.ni](http://mific.gob.ni)
- Gutiérrez, M. Normas CAPRE sobre calidad del agua para consumo humano. Normas de Calidad de Agua Potable en las Américas.s.l. 1994. 22pp.
- Ortega, M. B. (2001). El Café Y Su Impacto Ambiental En Nicaragua. Agroforesteria En Las Américas, 2.
- Aguirre Saharrea, F. Introducción al Estudio del Café. 2003. 4pp. (En línea). Disponible en: [laneta.apc.org/tosepan/producto/cafeintro.htm](http://laneta.apc.org/tosepan/producto/cafeintro.htm).
- Córdoba Núñez, A. Calidad del agua y su relación con los usos actuales en la Subcuenca del Río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua. CATIE. Costa Rica; Turrialba, 2002. 155pp.
- Bonilla Durán, A. Mielés del Café, Contaminan ríos. Café y el Ambiente, 2003. 4pp. (en línea). Disponible en: [alexanderbonilla.com](http://alexanderbonilla.com)
- Coalición de Organizaciones por el Derecho al Agua. Ley General de aguas Nacionales, Ley 620 y su Reglamento. La Gaceta, Diario Oficial, Año CXI, No. 169. Septiembre 2007. Año CXI, No. 214. Septiembre 2007. 93pp.
- Frers, C. Los Problemas de las Aguas Contaminadas. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Argentina; Buenos Aires, 2005. (En línea). Disponible en: [ecoportal.net](http://ecoportal.net)
- González, M.; Odón Blandón, M.; Vanderschaeghe, M.; Morales, E. & Bendaña, E. Diagnóstico Competitivo del Conglomerado del Café. MAGFOR-AECI. Agosto, 2007. 84pp.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). Guías para la Calidad del Agua Potable. Primer Apéndice a la Tercera Edición. Volumen 1. Recomendaciones. Versión Electrónica. 2006. Disponible en: [who.int](http://who.int)

- MARENA, S. . (2011). Plan de manejo de la reserva natural Cerros de Yali. Jinotega.
- Ortega, M. B. (2001). El Cafe y su impacto ambiental en Nicaragua. Agroforesterie en las Americas, 2.
- Yalí, A. M. (2006). Plan Ambiental Municipal. Yali.